

зміцненню деталі з дрібнодисперсною вихідною структурою. Підвищення межі витривалості стали після індукційного загартування пов'язано з розподілом залишкових напруг. У зміцненому шарі є залишкові напруження стиску, а за межами зміцненого шару - напруження розтягнення. Причиною втомних руйнувань є тільки напруження розтягу. При роботі напруження стиснення будуть послаблювати розтягуючі (руйнуючі) напруження в результаті дії зовнішніх сил. Тому після індукційного зміцнення межа витривалості підвищується. Робота присвячена дослідженню закономірностей формування зміцненого поверхневого шару металевих матеріалів в результаті обробки їх поверхні з використанням різних технологічних режимів і кінетики цього шару. Актуальність таких досліджень обумовлена з одного боку тим, що більшість відповідальних деталей сучасних машинобудівних конструкцій схильні в процесі їх експлуатації до складного комплексу силових впливів, включаючи й циклічні напруження. З іншого боку, втомне руйнування, що ініціюється в більшості випадків поверхнею матеріалу, обумовлювало завжди підвищений інтерес до її вивчення і пошуку оптимальних режимів обробки, які забезпечували б підвищення характеристик опору втомі і можливості їх обґрунтованого прогнозування.

УДК 621.791

Стаднік А.М., студ., Пеньковий Д.О., студ., Блощин М.С., ас.

### **ОСОБЛИВОСТІ НАПЛАВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ШТАМПІВ**

Термообробка робочих кромek розділових і вирубних штампів з використанням лазерного випромінювання широко застосовується як у поліграфічній промисловості, так і в інших галузях сучасного виробництва. Відомі способи лазерного зміцнення штампів полягають в опроміненні їх робочих кромek лазерним променем за умови не досягнення оплавлення цих кромek, щоб уникнути псування штампа і необхідності його подальшої переточування. Процес термообробки забезпечується, з одного боку, концентрованим нагріванням лазерним випромінюванням і, з іншого боку, швидким охолодженням опроміненої поверхні в результаті подальшого самовідводу тепла в тіло штампа за рахунок механізму теплопровідності, при цьому важливо забезпечити значну глибину зміцнення і необхідну структуру робочих кромek-в свою чергу, вимагає значного вводу тепла від лазерного променя і надійного подальшого тепловідводу. Для досягнення першої умови режими опромінення максимально наближають до температур, що межують з оплавленням. Друга умова забезпечується додатковим теплоотводом. Разом з тим, кромка штампа піддається лазерному опроміненню як з верхньої, так і з бічної поверхні штампа, що веде до її перегріву і, як наслідок, вимагає пом'якшення режимів зміцнення-знижує глибину зміцненого шару. Тепловідвід забезпечується лише в одному напрямку-у тіло штампа, цього недостатньо для отримання більш зносостійких структур, необхідних для підвищення експлуатаційної стійкості штампа. Відомий метод зміцнення штампів, що включає лазерну термообробку робочих кромek матриць і пуансонів, складових штампів, із забезпеченням додаткового тепловідводу за допомогою масивного металевого тіла, що знаходиться в тепловому контакті з опромінюваною матрицею або пуансоном. Зазвичай таке масивне тіло встановлюється знизу оброблюваної деталі. При цьому деяке збільшення швидкості відводу тепла в результаті збільшення тепловідводної маси забезпечує деяке поліпшення гартівних структури робочої кромки. Однак таке удосконалення не вирішує головної проблеми. Зміцнююча кромка штампа як і раніше відчуває значний перегрів із-за двостороннього (зверху і збоку) опромінення. Існує спосіб лазерного зміцнення штампів, що включає лазерну термообробку їх кромek з

додатковим тепловідводом за рахунок подачі в зону опромінення охолоджуючої рідини. Таке вдосконалення дозволяє забезпечити двосторонній відвід тепла (як в тіло штампа, так і за рахунок контакту з охолоджувальною рідиною), але швидкість такого додаткового тепловідводу набагато нижча, в порівнянні зі швидкістю тепловідводу при контакті з металом. При цьому не усувається двостороннє опромінення кромek штампів (рідина повинна бути прозора для лазерного випромінювання), що зажадає зниження інтенсивності опромінення, а значить і глибини зміцненого шару на кромках штампів.

УДК 621.75

Капустинський О.А., студ.; Блощин М.С., асист., Головка Л.Ф., д.т.н., проф.

### **ЛАЗЕРНЕ НАПЛАВЛЕННЯ РОБОЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ВАЛІВ ТУРБОДЕТАНДЕРІВ**

Використання турбодетандерних агрегатів дозволяє перетворити внутрішню енергію газу в корисну роботу. При цьому потужність, що знімається залежить від ступеня зниження тиску і витрати газу через турбіну, а також підігріву газу. Турбодетандери застосовуються переважно у технологічних процесах отримання рідкого водню, кисню, повітря, азоту та інших кріогенних газів. Наведено опис та виготовлення турбодетандерів, їх переваги та недоліки. Підчас термодинамічного процесу в турбіні, що безпосередньо приєднано до генератора, наявна але не використовується потенційна енергія, яка перетворюється в електроенергію і енергію холоду. Заміна масляних опор ковзання на швидкісні пелюсткові газодинамічні підшипники забезпечило відсутність системи масляного змащення опор і системи масляного гальма, економиться електроенергія. Використання технології лазерного наплавлення дозволяє не лише підвищити ресурс роботи контактних елементів турбодетандерів. Основною особливістю впливу лазерного випромінювання на матеріали є локальний характер теплового джерела, що забезпечує формування відповідного термічного циклу при поверхневій обробці з високими швидкостями переміщення джерела нагрівання і високих швидкостях нагрівання й охолодження матеріалу. Необхідні властивості поверхні при лазерному наплавленні одержують створенням відповідного наплавленого шару з заданими оптимальними фізико-механічними характеристиками, обумовленими особливостями умов роботи валів турбодетандерів.

УДК 621.75

Капустинський О.А., студ.; Блощин М.С., асист., Головка Л.Ф., д.т.н., проф.

### **ЛАЗЕРНЕ ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ВАЛІВ ТУРБОДЕТАНДЕРІВ**

Сутність процесу лазерного зміцнення полягає в локальному нагріві ділянки поверхні деталі лазерним випромінюванням до надкритичних температур. Після припинення дії джерела випромінювання нагріта ділянка охолоджується в результаті тепловідведення енергії у внутрішні шари металу. Нагрівання може здійснюватися як з оплавленням, так і без оплавлення поверхні. Основна мета лазерної термічної обробки робочих елементів валів турбодетандерів – це підвищення твердості і зносостійкості поверхні деталі. Специфічною особливістю зони лазерного впливу (на відміну від інших методів нагріву) є її шарова будова, що пояснюється нагрівом різних шарів